

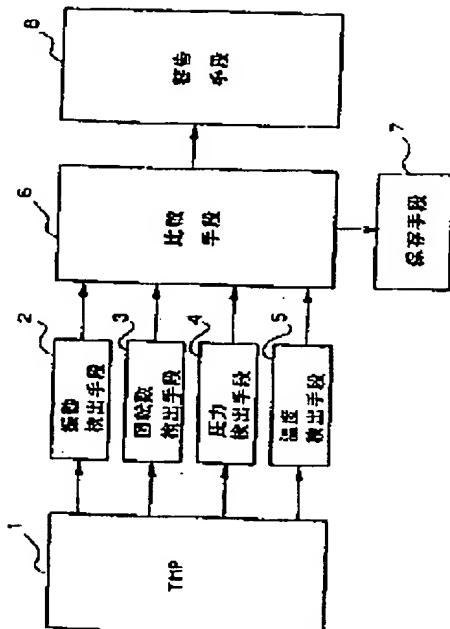
## TURBO-MOLECULAR PUMPING PLANT

**Publication number:** JP2204696  
**Publication date:** 1990-08-14  
**Inventor:** KUNISHIMA SHIGEO; INOUE SHINZO; NARITA KIYOSHI  
**Applicant:** SHIMADZU CORP  
**Classification:**  
 - International: F04D19/04; F04D19/00; (IPC1-7): F04D19/04  
 - european:  
**Application number:** JP19890022965 19890131  
**Priority number(s):** JP19890022965 19890131

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP2204696

**PURPOSE:** To perceive a performance drop gradually progressing so accurately as well as to make sure troubleshooting performable in advance by installing each detecting means for vibration, revolution, pressure and temperature, a comparing means for these detected values, a storage means and an alarm means outputting an alarm when trouble judging frequency exceeds the allowable frequency, respectively. **CONSTITUTION:** In this device, there are provided with a vibro-detecting means 2, detecting a vibrational component by measuring the axial displacement of a turbo-molecular pump 1 into spectrum analysis, a speed detecting means 3 detecting axial revolution, a pressure detecting means 4 detecting internal pressure, and a temperature detecting means 5 detecting internal temperature. Also there are provided with a comparing means 6 inputting these detected values and comparing them with the set trouble judging reference value, a storage means 7 capable of maintaining the detected value judged as trouble by this comparing means 6, and a warning means 8 capable of outputting an alarm when trouble judging frequency of the comparing means 6 exceeds the allowable frequency, respectively. Consequently, any performance drop is perceived before leading to a vital accident, and that since the detected value of trouble judgment is kept in the storage means 7, a repairing spot is findable in a relatively easy manner.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide



## ⑯ 公開特許公報 (A) 平2-204696

⑯ Int. Cl. 5  
F 04 D 19/04識別記号 H  
府内整理番号 8914-3H

⑯ 公開 平成2年(1990)8月14日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑯ 発明の名称 ターボ分子ポンプ装置

⑯ 特 願 平1-22965

⑯ 出 願 平1(1989)1月31日

⑯ 発明者 国島 重男 京都府京都市右京区西院追分町25番地 株式会社島津製作所五条工場内

⑯ 発明者 井上 新造 京都府京都市右京区西院追分町25番地 株式会社島津製作所五条工場内

⑯ 発明者 成田 淳 京都府京都市右京区西院追分町25番地 株式会社島津製作所五条工場内

⑯ 出願人 株式会社島津製作所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

⑯ 代理人 弁理士 赤澤 一博

## 明細書

## 1. 発明の名称

ターボ分子ポンプ装置

## 2. 特許請求の範囲

ターボ分子ポンプの軸変位を測定しそれをスペクトル解析することによって振動成分を検出する振動検出手段と、前記ポンプの軸回転数を検出する回転数検出手段と、該ポンプの内部圧力を検出する圧力検出手段と、該ポンプの内部温度を検出する温度検出手段と、これらの検出手段から取出される検出値を入力して予め設定した異常判定基準値と比較する比較手段と、この比較手段において異常判定された検出値を維持し得る保存手段と、前記比較手段における異常判定回数が許容回数を上回った場合に出力し得る警告手段とを具備することを特徴とするターボ分子ポンプ装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## [産業上の利用分野]

本発明は、超高真空を利用する各種の分野に広く適用可能なターボ分子ポンプ装置に関するもの

である。

## [従来の技術]

ターボ分子ポンプ(以下、TMPと略称する)は、超高真空の達成手段として、加速器を用いた核融合分野を始め、CVDやスパッタリングに代表される半導体製造装置分野、大形分析機器分野等に広く利用されている。従来のTMPがロータをペアリングによって軸支されていたのに対し、近時のTMPは、回転の高速化とオイルフリーとを達成するために、ペアリングに代えて第6図に示すように磁気軸受101、102、103を採用し、ロータ104を非接触に軸支し得るようになっている。101、102は能動形のラジアル磁気軸受、103は能動形のスラスト磁気軸受である。これらの軸受101～103を制御するために、各々の軸受近傍に変位センサ101a、102a、103aを配置して軸受間の微少隙間を検出し、その検出値を第5図に示すような軸受制御部104に入力するようにしている。軸受制御部104では、変位センサ101a～103aから

ら入力された検出値をアンプ104aで増幅し、コントローラ104bで差動的な修正信号にして、ドライバ104cを介し各磁気軸受101～103の電磁石に駆動電圧を印加できるようになっている。

また、高周波モータ111を駆動するために、発振周波数と出力電圧とを可変し得るインバータ105を備えており、OR回路106とともにシーケンス制御系を構成している。そして、このインバータ105に起動指令が入力されることによってTMP100を立上げ、OR回路106に停止指令が入力されることによってTMP100に制動を加えることができるようになっている。

ところで、この種TMPで最も注意を払うべき点は、軸の振れ回りが過大になった時にロータ104がステータ側に固体接触して軸受が破損する事態(タッチダウン破壊)を回避することにある。このため、変位センサ101a～103aの検出値をコンパレータ107で設定値と比較させ、軸受制御電圧が一定時間に亘ってその設定値を上回

ったときに異常処理回路108を停止モードに切換えるようにしている。異常処理回路108は、停止モードで異常表示灯109を点灯させると同時に、前記OR回路106に停止指令を入力する。また、他の保護機能としては、TMP100内に設置したサーマルプロテクタ110が温度異常を検出した場合、或いは、インバータ105にF/V変換器112を介して接続されているコンパレータ113がタイマ114によって設定した一定の立上り時間後にインバータ発振周波数の異常を検出した場合に、それぞれ前記異常処理回路108を停止モードに切換えるようになっている。

【発明が解決しようとする課題】

ところが、従来のTMPでは、事故が起きる前に性能低下を予知することが極めて難しいという問題を抱えている。例えば、TMPを定期的に点検するにしても、点検箇所はロータの剛性や荷重バランスを始め、バルブなどの流体系路、制御係数の妥当性、モータの疲労度など、広範囲に及ぶ。このため、点検ごとに全てを調べることは不可能

に近い。また、ロータの変形による荷重アンバランスなど、停止しているときには点検してもわからない要素もある。したがって、性能低下が徐々に進行していても、保護機能が働くような重大な異常が生じるか、或いは突発的な事故に至るかもしれない限り、TMPは継続して運転され、その兆候も伺い知れないのが実状である。しかも、現行のTMPでは、事故が起こった後に異常原因を究明することが極めて難しいといった事情もある。

本発明は、このような問題点に着目してなされたものであって、徐々に進行している性能低下をその具体的な状況とともに適確に感知することにより、事前に確実な修理を行い得るようにしたTMP装置を実現することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

本発明は、かかる目的を達成するために、次のような構成を採用したものである。

すなわち、本発明のTMP装置は、第1図に示すように、TMP1の軸変位を測定しそれをスペクトル解析することによって振動成分を検出する

振動検出手段2と、前記TMP1の軸回転数を検出する回転数検出手段3と、該TMP1の内部圧力を検出する圧力検出手段4と、該TMP1の内部温度を検出する温度検出手段5と、これらの検出手段から取出される検出値を入力して予め設定した異常判定基準値と比較する比較手段6と、この比較手段において異常判定された検出値を維持し得る保存手段7と、前記比較手段6における異常判定回数が許容回数を上回った場合に出力し得る警告手段8とを具備してなることを特徴としている。

【作用】

軸変位は、実回転数に等しい周波数の基本振動成分と、その整数倍である高調波振動成分と、場合によってはそれらとは異なる周波数域に現れる振動成分との合成によって生じるもので、何れの振動成分が成長しても、振れ回りが大きくなつて危険である。また、TMPには本来的に最も振動の発生し易い固有値があり、軸回転数がその固有振動数に近づくと共振を起こすため振幅が急激に

増大する可能性がある。一方、TMP 内部の圧力や温度がにわかに上昇した場合には、近い将来に急激な大気突入やモータ焼損が起きることが予想される。

しかし、このような事故と関係の深いデータを各検出手段から取出し、比較手段で異常であるか否かを判断して、異常検出値が TMP 運転中に許容回数を越えるまで度重なったときに警告手段によって警告するようにすれば、重大な事故に至る前に事前に、性能低下が存在することを感知することができる。しかも、保存手段には異常判定された検出値が維持されているので、修理すべき箇所を比較的容易に判別し得るようになる。

#### [実施例]

以下、本発明の一実施例を図面を参照して説明する。

第2図は、本実施例の磁気軸受 TMP 装置を示している。同図において、軸受制御部 1 1 によって駆動される磁気軸受 1 2 と、該軸受 1 2 の微少隙間を検出する変位センサ 1 3 と、モータ駆動部

1 4 によって駆動される高周波モータ 1 5 とが TMP 1 内に一体に組込まれている点は、第5図に示した従来のものと同様である。また、TMP 1 内の回転数、圧力、温度を検出するため回転センサ 1 6、圧力センサ 1 7、温度センサ 1 8 がそれぞれ内設してある。

具体的に説明すると、軸受制御部 1 1 では、変位センサ 1 3 から取出された検出値をアンプ 1 1 a で増幅し、これをコントローラ 1 1 b で差動的な修正信号にして、ドライバ 1 1 c を介し磁気軸受 1 2 を構成する電磁石に駆動電圧を印加できるようになっている。このような構成は、能動 5 軸についてそれぞれ設けてある。また、モータ駆動部 1 4 は、発振周波数と出力電圧とを可変し得るインバータ 1 4 a と OR 回路 1 4 b とによってシーケンス制御系を構成しており、外部から起動指令が入力されると TMP 1 を立上げ、OR 回路 1 4 b に停止指令が入力されると TMP 1 に制動を加えることができるようになっている。停止指令は、入力操作か、後述する異常処理回路 2 4 の信

号かの何れかによって与えられる。

また、データ処理部 2 0 は、前処理回路 2 1 と、A/D 変換器 2 2 と、カウンタ 2 3 とを備えており、前述した変位センサ 1 3 の検出値を前処理回路 2 1 を介して A/D 変換器 2 2 に入力するとともに、温度センサ 1 8 及び圧力センサ 1 7 の検出値を直接 A/D 変換器 2 2 に入力するようしている。すなわち、圧力センサ 1 7 と A/D 変換器 2 2 とが本発明の圧力検出手段を、温度センサ 1 8 と A/D 変換器 2 2 とが本発明の温度検出手段をそれぞれなしている。また、前処理回路 2 1 は、変位センサ 1 3 からの検出値を 2 種類の周波数域にスペクトル解析する BPF (バンドパスフィルタ) 2 1 a、2 1 b と、それらのフィルタ 2 1 a、2 1 b に接続されたピークホールド回路 2 1 c、2 1 d とからなり、両周波数域の振幅に比例した電圧が A/D 変換器 2 2 に入力されるようになっている。すなわち、変位センサ 1 3、アンプ 1 1 a 及びデータ処理部 2 0 で本発明の振動検出手段を構成している。さらに、回転センサ 1 6 の検出

値はインバータ 1 4 a の発振周波数とともにカウンタ 2 3 に入力されるようにしており、これが本発明の回転数検出手段をなしている。なお、異常処理回路 2 4 では、アンプ 1 1 a の出力端に接続したコンバレータ 1 1 d から軸受制御電圧が設定値を越えたときに信号を受取り、その状態が予め設定した時間続いたときに、異常表示灯 2 5 を点灯させ、同時に前記 OR 回路 1 4 b に停止指令を出力し得るようになっている。

そして、前述した A/D 変換器 2 2 の出力を、カウンタ 2 3 の出力とともに、本発明の比較手段であるマイクロコンピュータ 2 6 に入力するようしている。このマイクロコンピュータ 2 6 は、CPU 2 6 a、ROM 2 6 b、RAM 2 6 c、INTERFACE 2 6 d を備えた周知のもので、ROM 2 6 b 内には CPU 2 6 a を制御するプログラムが蓄込まれている。RAM 2 6 c 内には、各検出値に対する異常判定基準値が記憶されており、また、短期データエリアと、本発明の保存手段となる異常データエリアとが確保されている。

そして、CPU 26a は、ROM 26b 内のプログラムに従って A/D 変換器 22 及びカウンタ 23 から取込んだデータを逐次処理するとともに、必要に応じてカレンダタイマ 27 から時間情報として日時データを読み込み、或いは、プリンタ 28 を作動させて RAM 26c 内の異常データをハードコピーすることができるようになっている。プリントアウトは印字指令によって行われる。また、マイクロコンピュータ 26 には本発明の警告手段である修理予告灯 29 が接続しており、前記 CPU 26a から適宜点灯指令を出力し得るようになっている。

ROM 26b 内に書込まれたプログラムをフローチャートで示すと、第3図のようになる。以下、同図に沿って本実施例の作動を説明する。プログラムがスタートすると、先ず、ステップ S<sub>1</sub> で各種データを取り込み、次のステップ S<sub>2</sub> でそれらを短期データエリアに格納し、このときデータ数がメモリ容量を越えていれば最古データを破棄する。次に、ステップ S<sub>3</sub> で各種データを異常判定基準

値と比較し、正常値であれば再びスタートに戻る。また、異常値であれば、ステップ S<sub>4</sub> でカレンダタイマから日付や時刻などの時間情報を読み込み、ステップ S<sub>5</sub> で異常値とともに異常データエリアに格納する。このとき、異常判定の回数をその検出対象ごとにカウントし、そのカウント値が予め設定した許容回数 N (例えば 10 回) に達していないかどうかを判断する。カウント値が許容回数 N 内であればそのままステップ S<sub>6</sub> に飛び、許容回数 N に達していればステップ S<sub>7</sub> で修理予告灯 29 を点灯させた後にステップ S<sub>8</sub> に移る。ステップ S<sub>8</sub> ではプリント指令があるかどうかを判断し、指令があればステップ S<sub>9</sub> でそれらを印字してプログラムを終る。また、指令がなければそのままプログラムを終る。

しかし、以上のようなものであれば、ある検出値に許容回数 N 以上の異常値が現れたときに修理予告がなされるので、性能低下を事前に感知することができる。この場合、プリント指令があればそれらの異常データがプリントアウトされて出

てくるし、プリントアウトされない場合にも修理予告灯 29 の点灯を見て RAM 26c 内の異常データを確認することができるので、性能低下の場所や状態を具体的に把握することが可能となる。このため、TMP が重大な事故に至る前に確実な修理を行うことができるようになり、メンテナンスの便宜と TMP の信頼性向上とが果たされ得るものとなる。

なお、短期データエリアや異常データエリアに異常値を格納せずに、リアルタイムでプリンタに出力させるようにしてもよい。この場合は、プリンタによるハードコピーが本発明の保存手段としての役割を果たすことになる。また、TMP を並列運転するときは、本装置にそれらを集中管理させることもできる。その他、各部の構成なども、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形が可能である。

#### 【発明の効果】

本発明の TMP 装置によれば、TMP が重大な事故に至る前に事前に性能低下が警告され、その

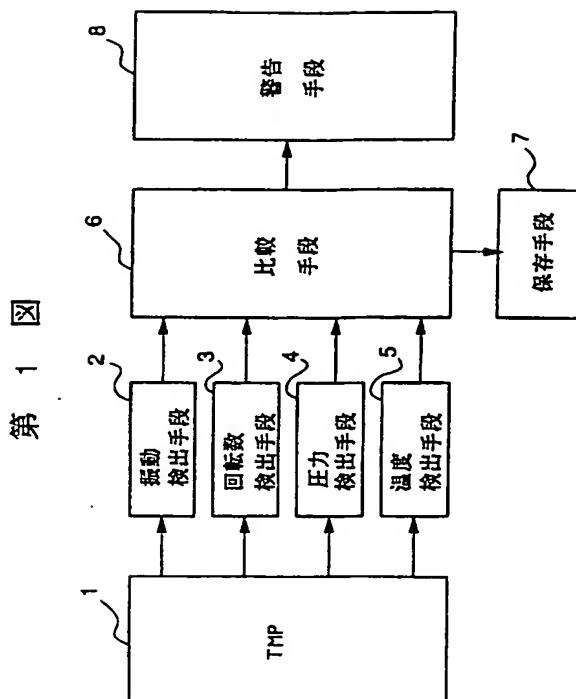
異常検出値が保存されるので、修理の便宜が図られ、TMP の信頼性向上が果たされ得るものとなる。

#### 4. 図面の簡単な説明

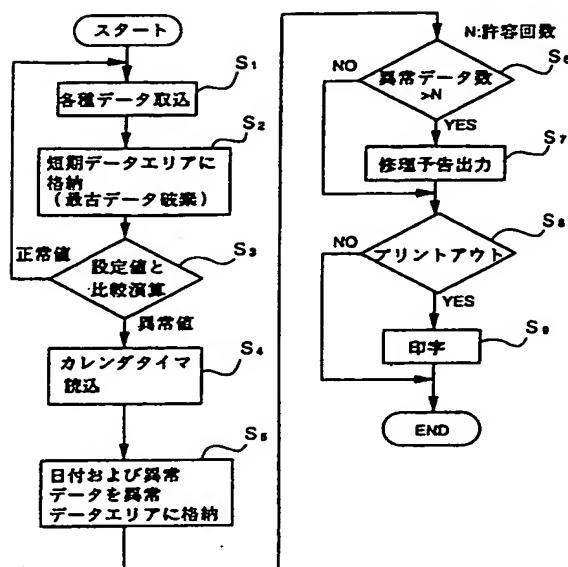
第1図は本発明の TMP 装置を示す構成説明図である。また、第2および第3図は本発明の一実施例を示し、第2図は回路図、第3図はフローチャート図である。さらに、第4図および第5図は従来例を示し、第4図は TMP の縦断面図、第5図は第2図に対応する回路図である。

- 1 … TMP
- 2 … 振動検出手段
- 3 … 回転数検出手段
- 4 … 圧力検出手段
- 5 … 温度検出手段
- 6 … 比較手段
- 7 … 保存手段
- 8 … 警告手段

代理人 弁理士 赤澤一博



第 3 図



第 2 図

